



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

NÁVRH STOKOVÉ SÍTĚ OBCE JEMČINA

DESIGN OF THE JEMČINA SEWER NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

KAREL VOLDÁN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN RUČKA, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Karel Voldán
Název	Návrh stokové sítě obce Jemčina
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

.....
doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- [1] ČSN 01 3463 Výkresy inženýrských staveb. Výkresy kanalizace; Český normalizační institut, Praha, 3/1997.
- [2] ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky; Český normalizační institut, Praha, 4/2012.
- [3] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění novely č.62/2013 Sb.
- [4] AUTIXIER, L.: Evaluating rain gardens as a method to reduce the impact of sewer overflows in sources of drinking water, Science of The Total Environment, Volume 499, 15 November 2014, Pages 238-247, ISSN 0048-9697.
- [5] Odborné články ze seminářů a konferencí

Zásady pro vypracování

Student zpracuje studii odvedení splaškových odpadních vod z obce Jemčina v Jihočeském kraji oddílnou splaškovou stokovou sítí. V rámci bakalářské práce bude navrženo a posouzeno variantní řešení odvedení odpadní vody stokovou sítí, která bude čistě gravitační, čistě tlaková a kombinovaná. Bakalářská práce bude obsahovat technickou zprávu, výpočtovou část a grafické přílohy.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je vypracování variantního řešení odkanalizování obce Jemčina oddílnou stokovou sítí. První část popisuje zájmovou lokalitu. V dalších částech se práce zabývá samotným návrhem jednotlivých variant stokového systému. V následující části jsou varianty posouzeny z hlediska investičních a provozních nákladů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Jemčina, stoka, oddílný stokový systém, gravitační stoka, tlaková stoka, šachta

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is to develop a variant solution sewer system in a village Jemčina using separation sewer networks. The first part describes the location of interest. In next parts the thesis deals with proposals for the particular of sewer system. In the following part variants are assessed in terms of investment and operating costs.

KEYWORDS

Jemčina, sewer, separation sewer networks, a gravity sewer, a pressure sewer, shaft

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Karel Voldán *Návrh stokové sítě obce Jemčina*. Brno, 2016. 55 s., 30 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2016

.....

podpis autora

Karel Voldán

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval všem, kteří mi pomáhali během práce na mé bakalářské práci. V první řadě rodině za podporu během celého studia. Dále vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Ručkovi, Ph.D. za ochotu konzultovat, cenné rady a připomínky. V neposlední řadě celému ústavu vodního hospodářství obcí, kde jsem nabyl cenné vědomosti uplatněné v této práci.

Obsah

1. ÚVOD.....	10
1.1. Cíl práce	10
1.2. Vymezení pojmů	10
2. POPIS LOKALITY	11
2.1. Geografické poměry	11
2.2. Historie obce	11
2.3. Geologické poměry	12
2.4. Hydrogeologické poměry	13
2.5. Hydrologické poměry	13
2.6. Klimatické poměry	15
2.7. Demografické poměry	15
2.8. Občanská vybavenost	15
3. STUDIE ODKANALIZOVÁNÍ OBCE JEMČINA.....	16
3.1. Popis stávající stavu odkanalizování obce	16
3.2. Stávající inženýrské sítě.....	16
3.2.1. Vodovod	16
3.2.2. Elektrické vedení	16
3.2.3. Sdělovací vedení	16
3.2.4. Plynovod	16
3.3. Rešerše technických předpisů	16
3.4. Variantní řešení nové kanalizace	17
3.4.1. Varianta I – Gravitační systém s vlastní ČOV	17
3.4.2. Varianta II – Kombinovaný systém s vlastní ČOV	22
3.4.3. Varianta III – Gravitační systém s čerpáním na ČOV Hatín	26
3.4.4. Varianta IV – Tlakový systém s vlastní ČOV	31
3.5. Materiál kanalizačního potrubí	35
3.6. Uložení kanalizačního potrubí	35
3.7. Objekty na stokové síti	36
3.7.1. Šachty	36
3.7.2. Čerpací stanice	36

4.	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	37
4.1.	Výpočet množství splaškových vod od obyvatelstva	37
4.2.	Výpočet množství odpadních vod od občanské vybavenosti	38
4.3.	Průměrný průtok balastních vod Q_B	39
4.4.	Maximální průtok splaškových vod Q_{MAX}	39
4.5.	Návrhový průtok	39
4.6.	Návrh dimenze potrubí	40
4.7.	Posouzení dimenze potrubí	41
5.	POSOUZENÍ INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ JEDNOTLIVÝCH VARIANT.	42
5.1.	Investiční náklady Varianta I – Gravitační systém s vlastní ČOV	42
5.2.	Investiční náklady Varianta II – Kombinovaný systém s vlastní ČOV	43
5.3.	Investiční náklady Varianta III – Gravitační systém s čerpáním na ČOV Hatín.	44
5.4.	Investiční náklady Varianta IV – Tlakový systém s vlastní ČOV	45
6.	POSOUZENÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ JEDNOTLIVÝCH VARIANT	46
7.	ZÁVĚR	47
8.	POUŽITÁ LITERATURA	48
8.1.	Zdroje z internetu	48
8.2.	Knižní publikace	48
8.3.	Články, brožury	49
8.4.	Normy, předpisy	49
8.3.	Zdroje obrázků	49
8.4.	Ostatní zdroje	49
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A ZNAKŮ	50
	SEZNAM OBRÁZKŮ	52
	SEZNAM TABULEK	53
	SUMMARY	54
	SEZNAM PŘÍLOH	55

1. ÚVOD

Před tím, než se budeme věnovat samotné práci, bych rád uvedl, čeho se celá tato práce týká a zároveň jaké jsou vytyčeny cíle pro tuto práci.

Práce zpracovává studii odvedení splaškových odpadních vod v obci Jemčina v Jihočeském kraji. V první části se práce zabývá zájmovou lokalitou. Obsah další části popisuje samotný návrh jednotlivých variant odvodu splaškových vod. V jednotlivých po sobě následujících kapitolách práce jsou vypracovány technicky řešitelné způsoby odvádění splaškových vod ze zájmové lokality. Dále se v této části práce věnuje problematickým místům a hrozbám trasování stokového systému v navržených variantách. Předposlední část práce se zabývá zhodnocením jednotlivých variant. Pro lepší a snadnější vyhodnocení nejlepších variant je v rámci této studie provedeno na navrhovaných variantách základní zhodnocení z hlediska:

- Technického řešení
- Investičních nákladů
- Provozních nákladů

V práci je u každého navrhovaného variantního řešení zpracováno technické zhodnocení, kde jsou vypsány hlavní výhody a nevýhody konkrétního variantního řešení s krátkým odůvodňujícím komentářem pro jednotlivé případy hodnotících hledisek. Zhodnocení investičních a provozních nákladů jsou věnovány samostatné kapitoly pojednávající o problémech a přednostech variantních řešení.

Součástí práce je jedenáct příloh doplňujících některé informace, které slouží především pro doplnění představy o zájmové lokalitě například z hlediska vlastníků pozemků. Přílohy jsou zpracovány jako přehledné situace všech variant a přehledné podélné profily zpracované pouze pro variantu vyhodnocenou jako nejlepší. Pro úplnost je pro vybranou variantu jako jedna z příloh přiložen výkres domovní čerpací stanice.

1.1. Cíl práce

Cílem práce je nalézt několik technicky proveditelných variant odvedení splaškových odpadních vod. Dále tyto navrhované varianty posoudit podle výše uvedených hledisek, na základě kterých vybrat jednu variantu. Optimálním řešením by bylo vybrat variantu, která ze všech hledisek vyjde jako nejvýhodnější. V dnešní době musíme přihlídnout především na ekonomickou stránku věci, proto jako hlavní hledisko pro výběr optimální varianty jsou využity investiční náklady. Nesmíme ovšem zapomínat i na ostatní hlediska, která jsou neméně důležitá.

1.2. Vymezení pojmů

Základní terminologie používaná v této práci je v souladu pojmů uvedených v níže vypsanych právních předpisech:

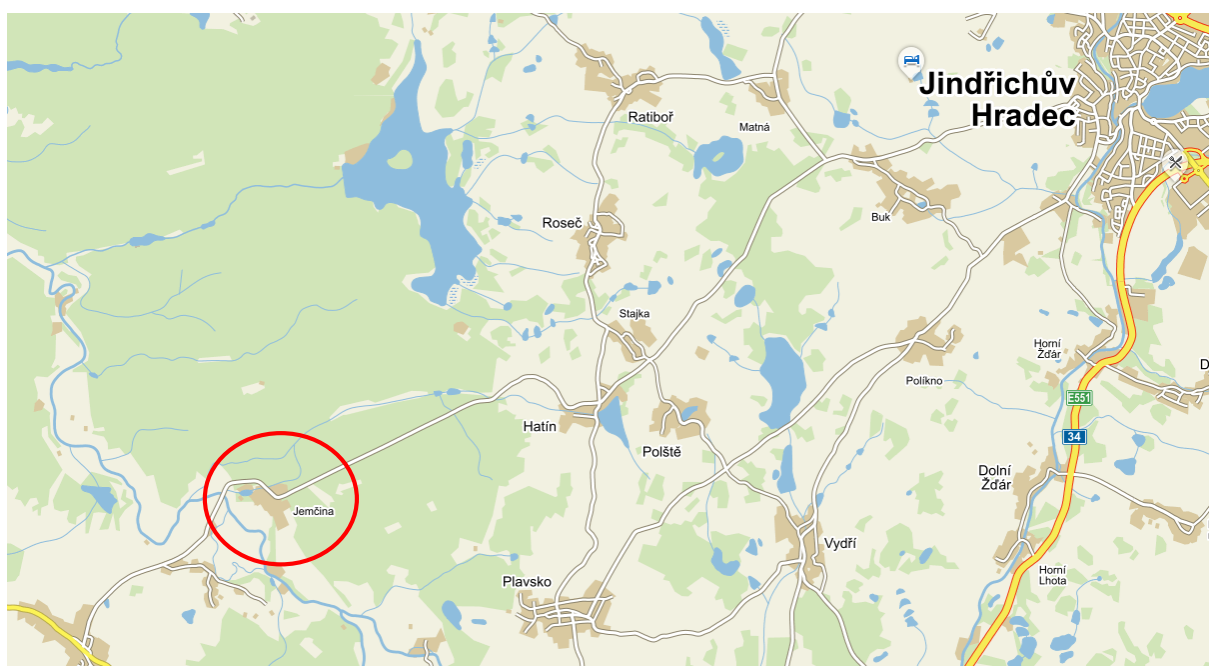
- zákoně 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu [18]
- zákoně 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů [17]
- vyhlášce 428/2001 Sb., Ministerstva zemědělství [19]

2. POPIS LOKALITY

2.1. Geografické poměry

Zájmová lokalita místní část Jemčina vyznačená na obrázku 2.1. se nachází v okrese Jindřichův Hradec v Jihočeském kraji. Leží cca 3,8 km od Hatína, pod který společně s obcí Stajka spadá a cca 10 km od Jindřichova Hradce (viz příloha č. 1.) Jemčina leží v katastrálním území Hatín o výměře 28,11 km².

Obec se nachází v rozmezí nadmořských výšek 428 - 435 m. n. m. Rozdíl těchto výšek vypovídá o celkové sklonitosti terénu, který nepřesahuje 4 %.



Obr. 2.1. Mapa zájmové lokality [12]

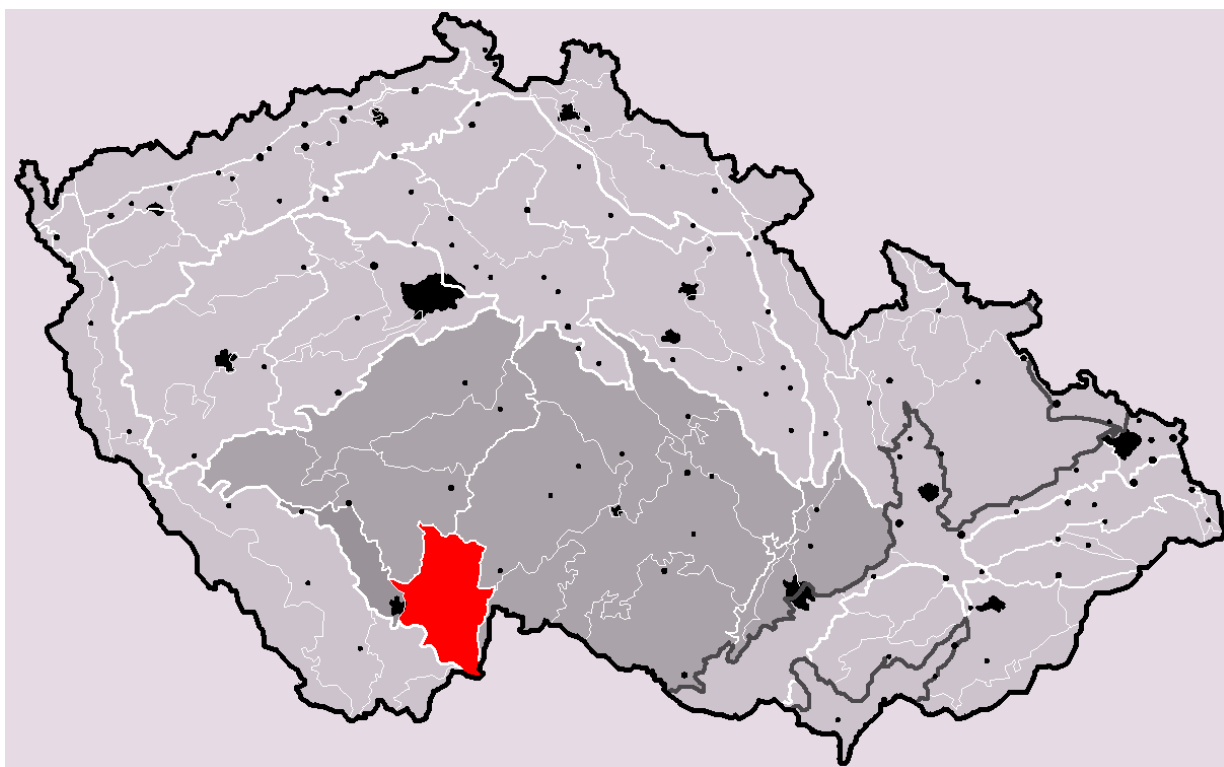
2.2. Historie obce

Historie Jemčiny se točí kolem loveckého zámku. Původní hřebčinec nechal postavit hrabě Vilém Slavata. Po vymření rodu Slavatů po meči získává Hradecké panství v roce 1691 sňatkem Heřman Jakub Černín. V dalších letech Černínové nechali přistavět k hřebčinci lovecký zámek, jehož výstavba byla zahájena roku 1747. Roku 1923 byl zámek převeden do vlastnictví státu a v letech 1950-1992 zámek využívala armáda, která zde umístila raketovou základnu. Od roku 2002 je zámek v soukromém vlastnictví a je vítaným turistickým cílem. [1]

2.3. Geologické poměry

Jemčina leží v Třeboňské pánvi (obr.2.2.), která je geomorfologický celek v jižních Čechách. Třeboňská pánev je jednou z jihočeských pánví. Nachází se převážně v povodí Lužnice. Má rozlohu 1360 km², střední výšku 457 m a jejím nejvyšším bodem je Baba 583 m. Její geologické podloží tvoří senonské a neogénní sedimenty, moldanubické horniny a permské sedimenty. Člení se na geomorfologické podcelky Lišovský práh, Lomnická pánev a Kardašověčická pahorkatina. Centrální část Třeboňské pánve je zahrnuta do CHKO Třeboňsko. [2]

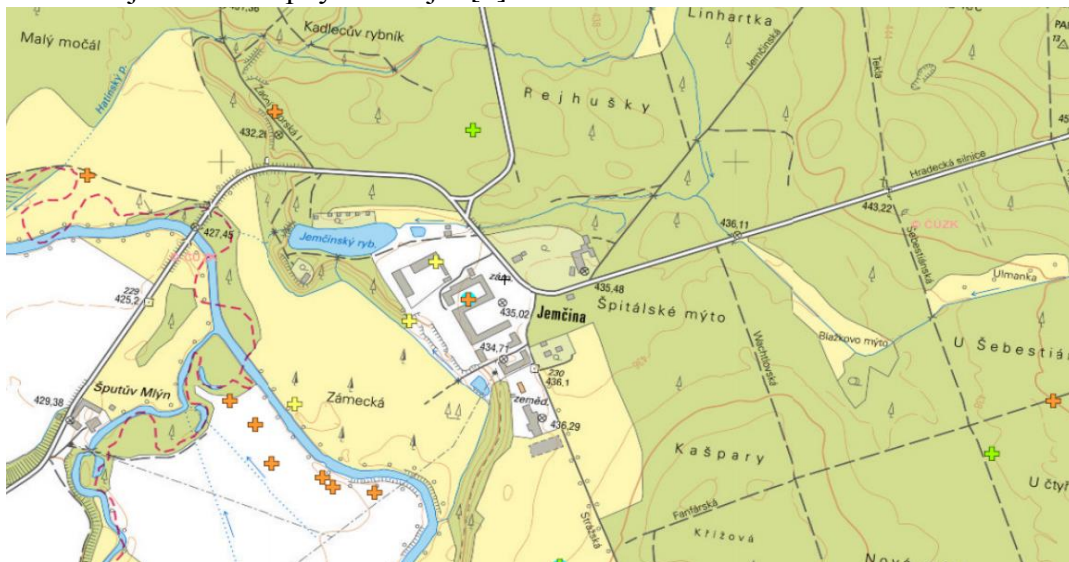
Mezi hlavní horniny nacházející se v zájmové lokalitě patří především rula vyskytující se ve formě štěrku, štěrkopísku, písku. [3]



Obr. 2.2. Třeboňská pánev [4]

2.4. Hydrogeologické poměry

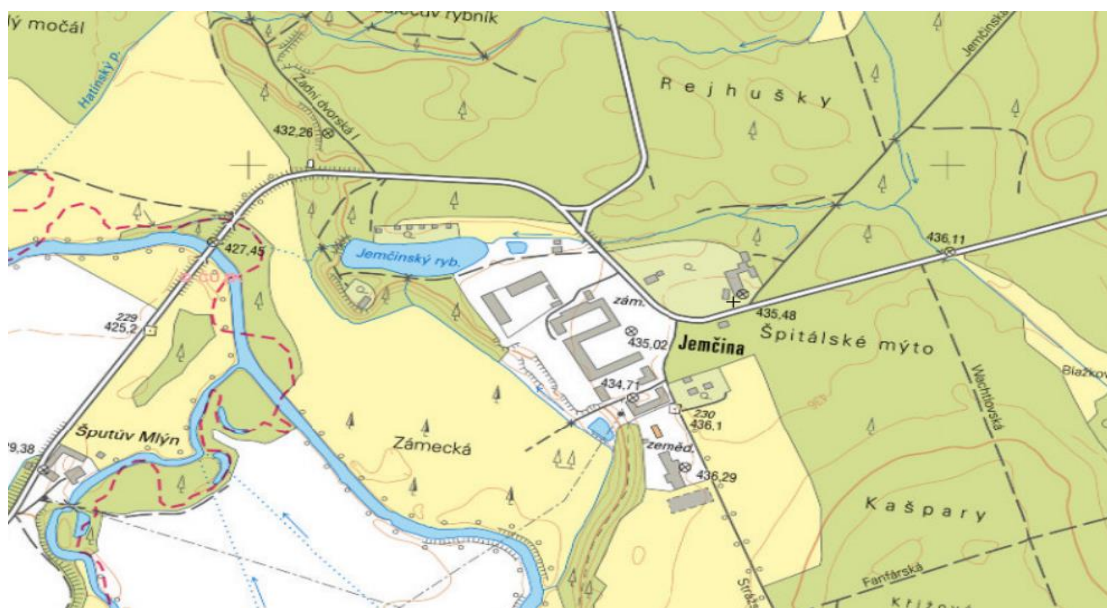
V obci a blízkém okolí bylo provedeno několik hydrogeologických vrtů, které jsou znázorněny na obrázku 2.3. Tyto vrty byly provedeny v souvislosti se zřízením vojenské základny v místním zámku. Dnes tyto vrty již neslouží svému původnímu účelu, což je především z důvodu jiného využití zámku. Bližší informace o hydrogeologických vrtech není možno zjistit z dostupných zdrojů. [5]



Obr. 2.3. Umístění hydrogeologických vrtů [5]

2.5. Hydrologické poměry

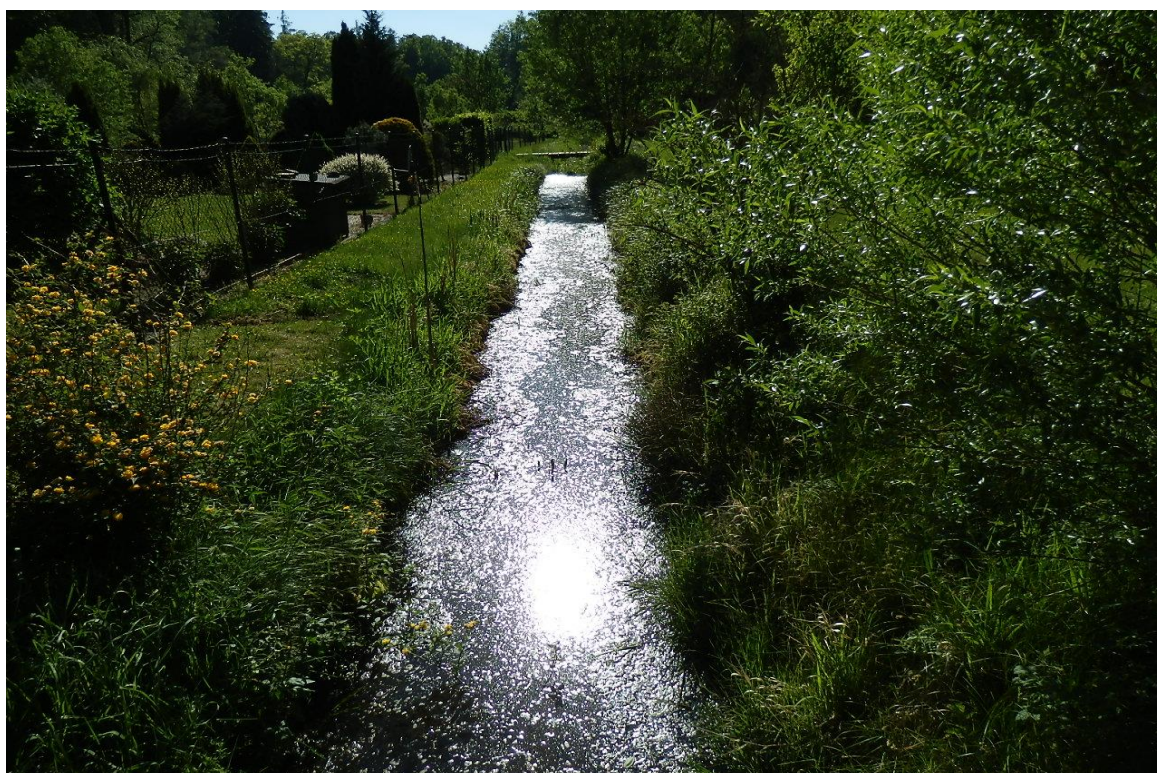
Zájmová lokalita se nachází v povodí Vltavy. Na obrázku 2.4. je vyznačen Hatínský potok, který ústí do Jemčinského rybníka nacházejícího se u chatové oblasti v severozápadní části obce. Výpusť a bezpečnostní přepad Jemčinského rybníka ústí v řece Nežárce, která je také zobrazena jihovýchodně od obce.



Obr. 2.4. Mapa vodních útvarů [6]



Obr. 2.5. Pohled na Jemčinský rybník [7]



Obr. 2.6. Pohled na Jemčinský potok [7]

2.6. Klimatické poměry

Klimatická oblast Jindřichohradecka se rozkládá v oblasti Českomoravské vrchoviny a v oblasti Třeboňské pánve. Oblast Českomoravské vrchoviny patří dle Quitta do klimatické oblasti MT9, která je charakterizována následujícím popisem:

- dlouhé léto, teplé a suché až mírně suché
- krátké přechodné období s mírným teplým jarem a mírně teplým podzimem
- krátká zima, mírná a suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky [8]

Konkrétní hodnoty, charakterizující výše zmíněnou oblast MT9 jsou vypsány v tabulce 2.1.

Tabulka 2.1. Charakteristika klimatické oblasti [8]

KLIMATICKÁ OBLAST	MT9
Počet letních dnů	50-60
Počet dnů s prům. teplotou 10°C a více	140 - 160
Počet mrazových dnů	110 - 130
Počet ledových dnů	30 - 40
Průměrná teplota v lednu (°C)	-3 - -4
Průměrná teplota v červenci (°C)	17 - 18
Průměrná teplota v dubnu (°C)	6 - 7
Průměrná teplota v říjnu (°C)	7 - 8
Počet dnů se srážkami 1 mm a více	100 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	400 - 450
Srážkový úhrn v zimním období	250 - 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 - 80
Počet dnů zamračených	120 - 150
Počet dnů jasných	40 - 50

2.7. Demografické poměry

V obci je v současné době evidováno 17 domů a 6 chat, kde trvale žije 40 obyvatel. [9] V tabulce 2.2. je uveden vývoj počtu obyvatel za posledních 25 let.

Tabulka 2.2. Vývoj počtu obyvatel [10]

ROK	1991	2001	2011
POČET OBYVATEL	56	40	35

2.8. Občanská vybavenost

V obci se nachází dvě ubytovací zařízení. První z nich je přímo v objektu místního zámku, jehož kapacita je cca 25 lůžek. Společně s ubytováním se v zámku též nachází restaurační zařízení, které nabízí studenou i teplou kuchyň s kapacitou cca 60 hostů. Druhé ubytovací zařízení můžeme najít ve dvoře statku nedaleko Jemčinského zámku pod názvem Galiana. Také v tomto zařízení je nabízena studená i teplá kuchyň ovšem pouze pro 20 hostů. Galiana nabízí ubytování s kapacitou cca 20 lůžek.

3. STUDIE ODKANALIZOVÁNÍ OBCE JEMČINA

3.1. Popis stávající stavu odkanalizování obce

Místní část Jemčina nemá v současnosti vybudovaný systém veřejné kanalizace. Splaškové odpadní vody jsou zachycovány v septicích u jednotlivých nemovitostí, kde jsou přечиštěny a přepadem společně s dešťovými vodami z celé řešené lokality dále odváděny do systému příkopů, struh a propustků ústících do Jemčinského potoka. [11]

3.2. Stávající inženýrské sítě

3.2.1. Vodovod

Místní část Jemčina je napojena na stávající vodovodní řad od r. 2015, který je ve vlastnictví dobrovolného svazku obcí Vodovod Hamr, jejímž provozovatelem je ČEVAK a.s. Voda je přiváděna gravitačním přivaděčem z cca 2,5 km vzdáleného věžového vodojemu. Vodovodní rozvodná síť je vybudována z vysokohustotního polyethylenu PE-HD SDR 11 tlakové třídy PN 16 1,6 MPa s litinovými armaturami a tvarovkami o celkové délce 1986 m. V celém řešeném území je vybudováno v jednotné dimenzi DN 80.

3.2.2. Elektrické vedení

Elektrické vedení nízkého napětí je tvořeno sloupy a střechníky o délce cca 200 m, Většina vedení nízkého napětí je ale uloženo v zemi a to konkrétně cca 1100 m. V dané lokalitě je distributorem elektrické energie E.ON Distribuce, a.s.

3.2.3. Sdělovací vedení

V obci Jemčina je rozvedeno sdělovací vedení, které je uloženo v zemi v trase obdobné jako místní vodovod o celkové délce cca 2250 m. Provozovatelem sdělovacího vedení je O2 Czech Republic a.s.

3.2.4. Plynovod

Místní část Jemčina není napojena na plynovod. Vzhledem k malému rozsahu zástavby se s jeho výstavbou v brzké době nepočítá.

3.3. Rešerše technických předpisů

Rešerše technických předpisů, které byly vybrány dle zadaného obsahového a formálního hlediska je nutná k dosažení co nejvyšší odbornosti práce.

V práci byly použity zejména tyto normy:

ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky,

ČSN 75 6230 Podchody stok a kanalizačních přípojek pod dráhou a pozemní komunikací,

ČSN 75 6560 Čerpací stanice odpadních vod na kanalizační síti,

ČSN 75 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení,

ČSN EN 01 3463 Výkresy inženýrských staveb - Výkresy kanalizace.

3.4. Variantní řešení nové kanalizace

Při variantním řešení se snažím nalézt optimální technické uspořádání stokového systému, s minimální kolizí se stávajícími inženýrskými sítěmi.

První variantní řešení navrhuji čistě gravitační stokový systém. Druhé variantní řešení je navrženo jako kombinace gravitačního systému s krátkým výtlačným řadem. V dalším, třetím řešení uvažuji s využitím čistírny odpadních vod mimo řešené území. Řešení spočívá v odvedení odpadní vody gravitačně do čerpací jímky, odkud bude odpadní voda dále dopravována pomocí odstředivých hydrodynamických čerpadel na stávající čistírnu odpadních vod, která se nachází v Hatíně. V poslední čtvrté variantě je navržen čistě tlakový systém s několika malými domovními čerpacími stanicemi.

Čistírna odpadních vod, která není součástí této studie, bylo uvažováno ve všech variantách kromě Varianty III, kde se předpokládá s čerpáním odpadní vody na stávající čistírnu odpadních vod v Hatíně.

3.4.1. Varianta I – Gravitační systém s vlastní ČOV

První varianta je navržena jako čistě gravitační stokový systém s vlastní čistírnou odpadních vod v západní části obce. Variantní řešení jsem zanesl do přehledné situace (příloha č. 3.1.). Stokový systém je tvořený Stokou “A” jako hlavním sběračem a dvěma vedlejšími sběrači Stokou “AA” a Stokou “AB”. Hlavní sběrač o celkové délce 843,08 m začíná ve východní části obce v místě pracovně nazvaném “U statku” znázorněné na obrázku 3.1. a končí v areálu ČOV v západní části obce za chatovou oblastí. Stoka “AA” je vedlejší sběrač o celkové délce 160,33 m, který se do hlavního sběrače Stoky “A” napojuje v části stoky pracovně nazvané “Před zámekem” znázorněné na obrázku 3.2. Jako kritické místo v této Variantě je vyhodnocen podchod stoky pod Jemčinským potokem a následný protlak pod komunikací III/1487 (Hatín – Novosedly n. Nežárkou). Místo je schématicky znázorněno na obrázku 3.4.

Stoka “AA” odvádí odpadní vodu od nemovitostí č. p. 3, 2 a 9. Na této stoce se nachází i dvě stavební parcely, které by se při využití této varianty snadno napojily na stokový systém. Celková délka této stoky činí 160 m a je vedena v nezpevněném povrchu v hloubkách od 2,1 m do 3,45 m. Stoka “AA” je znázorněna na obrázku 3.3.

Stoka “AB” je řešena pouze v této variantě a dále ve Variantě IV. Stoka odvádí odpadní vodu z nemovitosti č. p. 6. Stoka o celkové délce 110 m je vedena shodnou trasou jako stávající vedení vodovodu. Stoka ve Variantách II a Variantě III není řešena pro nebezpečí šíření zápachu a zahňívání vody. Toto nebezpečí je ve Variantě I vyloučeno, díky využití gravitačního způsobu odvádění odpadních vod.

Gravitační stoková síť navrhovaná ve Variantě I – Gravitační systém s vlastní ČOV o celkové délce 1113.6 m, je tvořena stokami uvedenými v tabulce 3.1. V tabulce jsou dále uvedeny přepokládané dimenze potrubí a počet šachet, který se může při přípravě projektu nepatrně lišit.

Tabulka 3.1. Základní údaje Varianta I

Název stoky	Materiál	DN	Délka	Šachty
Stoka A	PP	250	843.08	22
Stoka AA	PP	250	160.33	4
Stoka AB	PP	250	110.19	4
Celkem			1113.6	30

Technické zhodnocení Varianty I – Gravitační systém s vlastní ČOV

V této variantě navrhovaného gravitačního systému s vlastní ČOV jsou vyhodnoceny tyto výhody a nevýhody variantního řešení:

Výhody

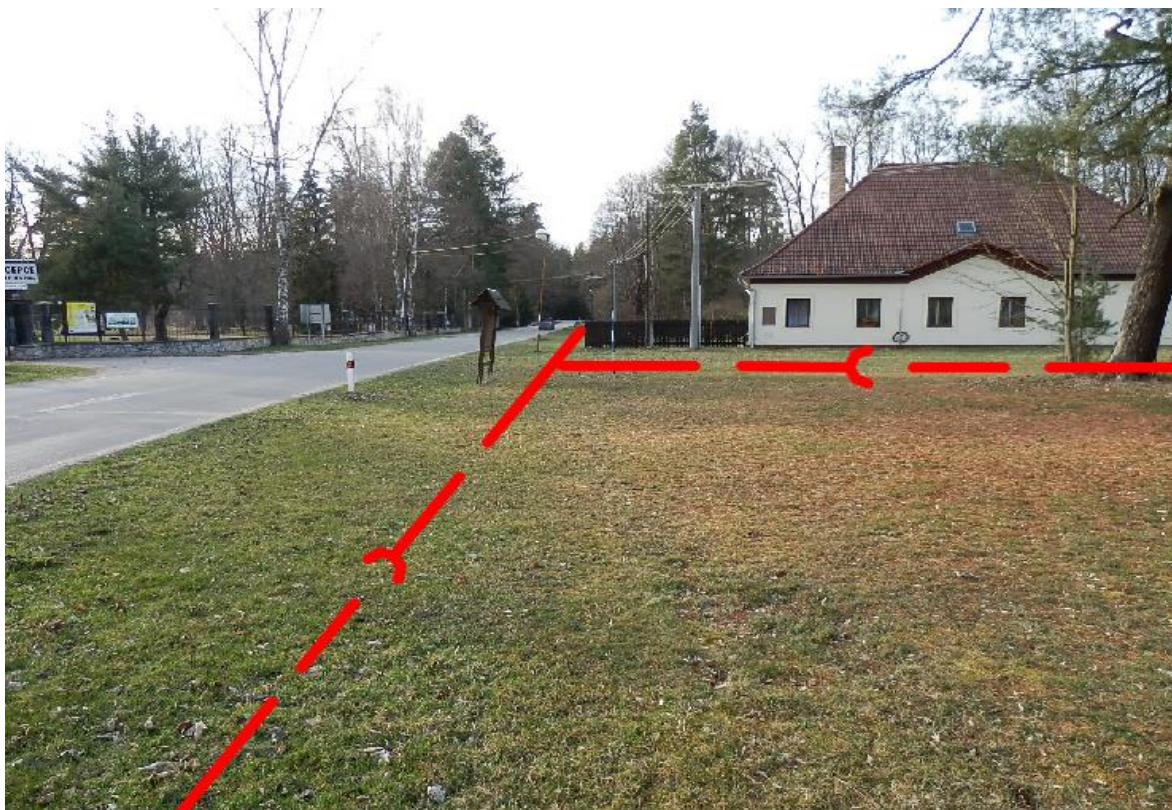
- + **gravitační odvedení odpadních vod** – projeví se především v nákladech na provoz celého systému. Absentující strojní zařízení zaručují spolehlivost odvodu odpadních vod
- + **snadné připojování nových nemovitostí** – k připojení není zapotřebí nákladné budování např. domovních čerpacích stanic
- + **jakost odpadní vody** – voda se ve stokovém systému nikde nezdržuje a je odváděna přímo na ČOV, složení odpadní vody je tedy standardní nehrozí zde tedy zahánění odpadních vod se stokovém systému
- + **náklady na zemní práce** – díky vhodnému spádu terénu je na velké části tohoto řešení uloženo potrubí kopírující terén, ovšem i tak jsme nuceni navrhovat minimální sklony
- + **provoz stokové sítě** – na síti se v této variantě nevyskytují žádná strojní zařízení, provozní náklady, hrozba poruch apod.

Nevýhody

- **nutná ochrana ČOV před povodněmi** – areál ČOV je umístěn v blízkosti řeky Nežárky, jejíž záplavové území sahá k hranicím obce; bude nutno vybudovat vyvýšený objekt čistírny, s kterým budou nepochybně spojeny náklady na čerpání odpadních vod v objektu ČOV
- **provozování ČOV** – nezanedbatelné náklady, které jsou spojené s provozováním ČOV a s tím spojená zodpovědnost a nutná údržba až už objektu samotné ČOV, nebo jejího blízkého okolí
- **velké množství revizních objektů** – na gravitačních systémech osazujeme šachty po maximální vzdálenosti 50 m, dále při každé změně směru či sklonu
- **vnikání balastních vod** – v průběhu životnosti se u gravitačního systému nevyhneme infiltraci balastních vod.
- **minimální sklony** – z tohoto důvodu mohou v některých místech vznikat sedimenty a bude nutné v provozním řádu stanovit v případě potřeby častější čištění stokového systému tlakovým vozem



Obr. 3.1. Schématické znázornění Stoky "A" ve Variantě I [7]



Obr. 3.2. Schématické znázornění napojení Stoky “AA“ do Stoky “A“ ve Variantě I [7]



Obr. 3.3. Schématické znázornění Stoky “AA“ ve Variantě I [7]



Obr. 3.4. Schématické znázornění podchodu Stoky "A" pod potokem [7]



Obr. 3.5. Schématické znázornění Stoky "A" lokalita "U chat" ve Variantě I [7]

3.4.2. Varianta II – Kombinovaný systém s vlastní ČOV

Ve druhé variantě navrhují kombinovaný systém, který je tvořen čtyřmi gravitačními stokami a krátkým výtlakem. Pro variantu je vypracována přehledná situace se zakreslenými stokami (příloha č. 3.2.). Hlavní sběrač Stoka "A" o celkové délce 437,05 m začíná v areálu ČOV, která je v této variantě umístěna "U statku", jak je znázorněno na obrázku č. 3.9. Koncový úsek Stoky "A" se nachází v části obce "Před Zámekem" a je do něho zaústěn krátký výtlak. Jelikož trasa stoky překonává převýšení terénu cca 1,8 m, tak i přes využití Imhoffova kritéria pro návrh minimálních sklonů stoky dosahují výkopy v počátečních úsecích Stoky "A" limitních hodnot, pohybujících se okolo 6 m hloubky. To se projevilo především v následném ekonomickém posouzení variant. I přes to, že objekt ČOV není součástí této studie, nesmíme zapomenout na nutnost vystrojení ČOV čerpadly, které budou dostávat odpadní vodu na první studeň mechanického předčištění.

V lokalitě "U Chat" je navrhována gravitační Stoka "B" v délce 280,95 m, která je zaústěna do čerpací jímky (obrázek 3.6.). Úsek výtlaku "V" navrhují v místě podchodu pod komunikací III/1487 (Hatín – Novosedly n. Nežárkou) pro překonání výškového rozdílu cca 2,5 m, tím se sníží riziko vnikání balastních vod při podchodu pod Jemčinským potokem. Problematika spojená s umístěním čerpací stanice a s tím spojené nebezpečí šíření zápachu, na kterou je kladen velký důraz, byla vyřešena vhodně navrženým vyústěním výtlaku. V místě kde by případný problém se zápachem neměl činit žádné potíže. Na výusti bude potřeba zřídit odvětrání pro eliminaci vzniku poruch v důsledku koroze v celém stokovém systému.

V této variantě, stejně jako ve Variantě III není navrženo odvádění odpadní vody z lokality "Za rybníkem" kvůli nebezpečí šíření zápachu. Ten by byl výsledkem vyústění tlakové větve do gravitační Stoky "B" a nebezpečí vzniku biogenní síranové koroze na betonových částech systému jako jsou šachty a čerpací jímky.

Stoka "AB" je shodná se Stokou "AA" a napojuje se do hlavního sběrače taktéž ve stejném místě. V této variantě není nutno navrhovat tuto stoku jinou trasou, nebo ji jiným způsobem upravovat.

Stoková síť ve Variantě II o celkové délce 990,89 m, a je tvořena stokami uvedenými v tabulce 3.2

Tabulka 3.2. Základní údaje Varianta II

Název stoky	Materiál	DN	Délka	Šachty
Stoka A	PP	250	437.05	13
Stoka AA	PP	250	65.24	2
Stoka AB	PP	250	147.36	4
Stoka B	PP	250	280.95	7
Stoka V (výtlak)	PE-HD	80	60.29	
Celkem			990.89	26

Technické zhodnocení Varianty II – kombinovaný systém s vlastní ČOV

Pro toto variantní řešení s využitím kombinovaného systému s vlastní ČOV jsou z pohledu technického zhodnocení vybrány jako výhody a nevýhody tyto:

Výhody

- + **snadné napojování nových objektů** – stejně jako u předešlé variantě není třeba budovat nákladné domovní čerpací stanice
- + **jakost odpadní vody** – v krátkém výtlaku se odpadní voda nezdržuje dlouhou dobu, díky tomu voda v potrubí nezahnlává a má standardní složení
- + **nehrozí problém se zápachy** – vzhledem k umístění výusti krátkého výtlaku, nehrozí problém se šířením zápachu
- + **provoz stokové sítě** – nízké provozní náklady na provoz stokového systému

Nevýhody

- **nákladné zemní práce** – trasa stoky je navržena proti spádu terénu, tím se dostáváme do značných hloubek
- **provoz ČOV** - nezanedbatelné náklady spojené s provozováním ČOV, s tím spojená zodpovědnost a nutná údržba až už objektu samotné ČOV, nebo jejího blízkého okolí
- **minimální sklony** – z tohoto důvodu mohou v některých místech vznikat nánosy a bude nutné v provozním řádu stanovit v případě potřeby častější čištění stokového systému tlakovým vozem
- **provoz čerpací stanice** – na stokové síti je navržena jedna čerpací stanice což oproti předcházející variantě může mít vliv na provozní náklady nebo jakost odpadní vody.
- **vnikání balastních vod** – v průběhu životnosti se u gravitačního systému nevyhneme infiltraci balastních vod



Obr. 3.6. Schématické znázornění čerpací jímky na Stoce “B” ve Variantě II [7]



Obr. 3.7. Schématické znázornění Stoky “AA” ve Variantě II [7]



Obr. 3.8. Schématické znázornění Stoky "A" pod komunikací "Před zámkem" [7]



Obr. 3.9 Pozemek pro navrhovanou ČOV ve Variantě II [7]

3.4.3. Varianta III – Gravitační systém s čerpáním na ČOV Hatín

Ve třetí variantě navrhuji čerpat veškeré odpadní vody na čistírnu odpadních vod nacházející se v obci Hatín (obrázek 3.15.). Návrh je proveden s ohledem na malý počet připojených obyvatel a nárazovým zvýšením jejich počtu v období duben až říjen díky návštěvníkům místního zámku a vlastníkům chat.

Odpadní voda bude v této variantě z celého řešeného území odváděna gravitačními splaškovými stokami do čerpací jímky. Všechny stoky této varianty kopírují trasy stok z předchozích variant. Jak je navrženo v přehledné situaci (příloha č. 3.3.). Stoka "A" je shodná s částí stoky stejného označení ve Variantě I stejně jako Stoka "AA" je shodná s trasou ve zmiňované variantě. Jediná odlišnost od ostatních variant je navržení čerpací stanice, která se v navrhovaném řešení nachází v místě křížení Jemčinského potoka a komunikace III/1487 (Hatín – Novosedly n. Nežárkou).

Stoka "B" stejně jako v předešlé variantě neřeší odvádění splaškových odpadních vod od nemovitosti v lokalitě „Za rybníkem“, a je vedena stejnou trasou jako ve v již zmíněné variantě. Stoka bude v počátečním úseku uložena v chrániče, kvůli využití řízeného protlaku.

Výtlačný řad o celkové délce 4156 m překonávající výškový rozdíl cca 40 m. Uložení výtlačku je navrženo do nezpevněného povrchu, podél hlavní silnice a z části v trvalém travním porostu. V místě kde trasa výtlačku je shodná s trasou Stoky "A" bude potrubí uloženo do stejného výkopu, což s ohledem na ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení neklade žádné omezení týkající se odstupů mezi jednotlivými trubními vedeními. Velice výhodně se jeví skutečnost přívodu odpadních vod z výtlačné stoky přímo do čistírny odpadních vod v Hatíně. Vzhledem k umístění ČOV v obci Hatín by neměl být problém se zápachem. S přihlédnutím na stav ČOV v Hatíně, která je v provozu od roku 2011 a byla navržena pro obce Stajka, Hatín a Polště je připojení místní části Jemčina bez problémů. V dnešní době je kapacita čistírny značně předimenzovaná. Vedení výtlačku do Hatína je znázorněno na obrázcích 3.12. až 3.14.

Stoková síť ve Variantě III je navržena v celkové délce 5039,34 m z toho 883,34 m je tvořeno gravitačními stokami. Všechny stoky jsou uvedeny v tabulce 3.3

Tabulka 3.3. Základní údaje Varianta III

Název stoky	Materiál	DN	Délka	Šachty
Stoka A	PP	250	402.81	12
Stoka AA	PP	250	153.93	4
Stoka B	PP	250	326.60	6
Stoka V (výtlak)	PE-HD	80	4156.00	
Celkem			5039.34	22

Technické zhodnocení Varianty III – Gravitační systém s čerpáním na ČOV Hatín

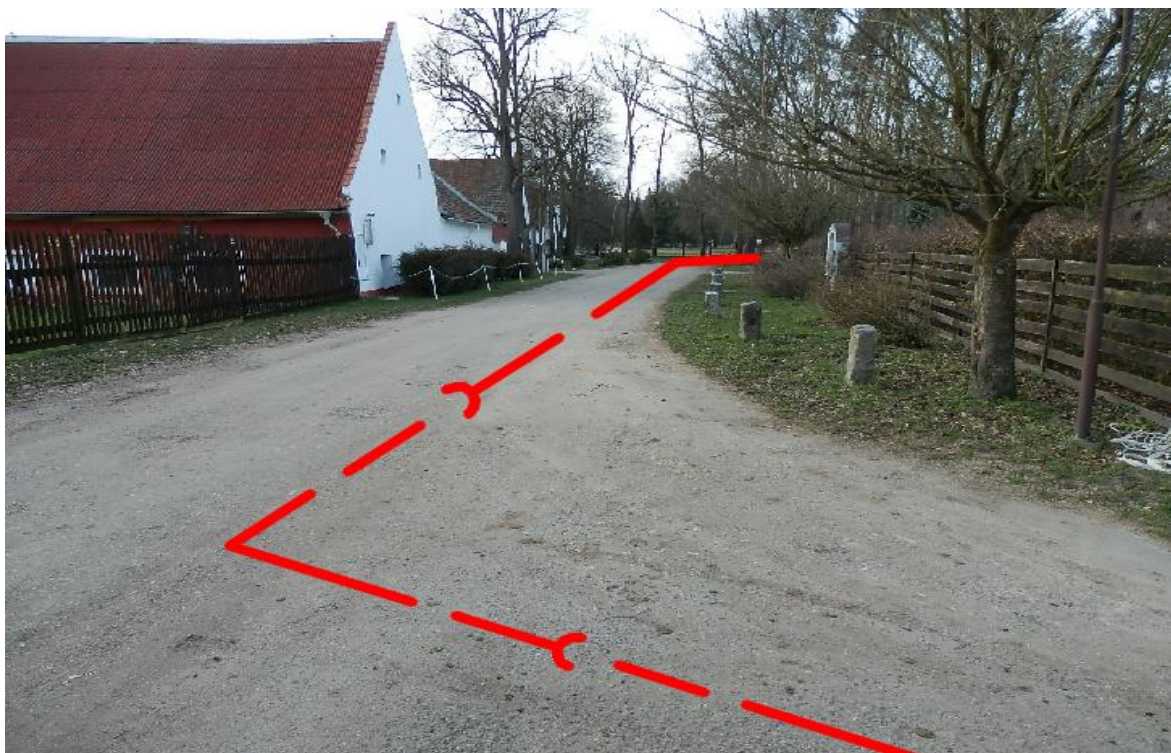
V této variantě navrženého gravitačního systému s čerpáním na ČOV Hatín jsou jako výhody a nevýhody vyhodnoceny variantního řešení tyto:

Výhody

- + **využití stávající ČOV v Hatíně** – vhodně situovaná v jižní části obce Hatín, kapacitně vyhovující
- + **provoz stokové sítě** – bavíme-li se o odvádění odpadních vod do směrné jímky je provoz systému nenáročný. Problém vzniká v dlouhém výtlaku a čerpací stanici
- + **není ČOV** – obec Hatín, již jednu ČOV provozuje, z tohoto pohledu je tato varianta výhodná vzhledem k odpovědnosti za provoz další ČOV
- + **snadná možnost rozšiřování zástavby** – stejně jako v předešlých variantách se jedná o gravitační stokový systém

Nevýhody

- **dlouhý výtlačný řad** - délka výtlaku na ČOV Hatín je cca 4,0 km, což nejen stavbu značně prodražím, ale má to i negativní vliv na jakost přiváděné odpadní vody
- **zahnívání odpadní vody** – nejen v dlouhém výtlaku, ale také v šachtě, ve které se budou splaškové odpadní vody shromažďovat, hrozí nebezpečí zahnívání odpadní vody
- **čerpací stanice** – vysoké pořizovací náklady, náklady spojené s provozem a především údržbou
- **vnikání balastních vod** – v průběhu životnosti se u gravitačních systémů nevyhneme infiltraci balastních vod.



Obr. 3.10. Schématické znázornění Stoky "A" ve Variantě III [7]



Obr. 3.11. Schématické umístění čerpací stanice ve Variantě III [7]



Obr. 3.12. Schématické znázornění výtlaku na ČOV Hatín [7]



Obr. 3.13. Schématické znázornění výtlaku na ČOV Hatín [7]



Obr. 3.14. Schématické znázornění výtlaku na ČOV Hatín [7]



Obr. 3.15. Schématické znázornění přivedení výtlaku na ČOV Hatín [7]

3.4.4. Varianta IV – Tlakový systém s vlastní ČOV

Poslední varianta se trasou i umístěním ČOV shoduje s Variantou II. Rozdíl spočívá v odlišném způsobu odvádění odpadních vod. Odvádění splaškových vod je navrženo rozdílným způsobem především z důvodu značných hloubek výkopů ve Variantě II, proto celý systém navrhují jako tlakový, čímž zcela nepochybně snížíme náklady na zemní výkopové práce. Pro eliminaci nebezpečí šíření zápachu bude celý systém zaústěn až do objektu čistírny odpadních vod a celý objekt bude odvětráván přes uhlíkové filtry.

S ohledem na stávající vedení vodovodu budou všechny stoky tlakové kanalizace uloženy hloubce od 2,0 m do 3,0 m pod terénem. Tak aby byly dodrženy vzdálenosti minimálních rozestupů jednotlivých vedení uvedené v normě ČSN 73 6005 Prostorová norma.

Stokový systém je zakreslen v přehledné situaci (příloha č. 3.4.) Stoka “VA“ o celkové délce 67,19 m je navržena též jako tlaková i přes relativně dobré podmínky pro využití gravitační stoky. Důvody tohoto řešení jsou dva. Jedním z důvodů jsou investiční náklady, které by se výstavbou gravitační stoky zvýšily. Dalším důvodem je ochrana území před nepříjemným zápachem vznikajícím vyústěním relativně dlouhého výtlačku do gravitační stoky, tato skutečnost by měla i negativní vliv na provoz stokového systému a životnost.

Tlaková stoková síť ve Variantě IV je navržena v celkové délce 1203,77 m. Stoky navržené v této variantě jsou uvedeny v tabulce 3.4.

Tabulka 3.4. Základní údaje Varianta IV

Název stoky	Materiál	DN	Délka	Domovní čerpací jímky
Stoka V	PE-HD	80	982.65	11
Stoka VA	PE-HD	80	67.19	3
Stoka VB	PE-HD	80	153.93	2
Celkem			1203.77	16

Technické zhodnocení Varianty IV – Tlakový systém s vlastní ČOV

Pro toto variantní řešení s využitím tlakového stokového systému s vlastní ČOV jsou při technickém zhodnocení shledány jako výhody a nevýhody tyto:

Výhody

- + **menší objem zemních prací** – rýha pro uložení tlakového potrubí nesahá do velkých hloubek díky kopírování terénu a také je užší díky menšímu profilu potrubí
- + **nižší náklady na trubní vedení** – nejen náklady na potrubí menší dimenze, ale i výše uvedené náklady na výkopové práce
- + **pružná volba trasy** - protlaky pod komunikací a potokem provedené bez zbytečného zahlubování, snadné vyhýbání překážkám v trase stok
- + **nulová infiltrace balastních vod** – systém je uzavřen svařovanými spoji jsou buď, nebo spojeny mechanickými svěrnými spojkami
- + **nehrozí zarůstání potrubí** – tlakové systémy nejsou ohroženy vrůstáním kořenů a tím zmenšováním průtočného profilu.

Nevýhody

- **náročnější provoz stokové sítě** – provoz a údržba velkého počtu strojních částí
- **náročnější provoz ČOV** – náklady na intenzivnější aeraci, čištění odpadních vod z tlakových systémů je náročnější na přísun kyslíku do odpadní vody
- **horší jakost odpadních vod** – dlouhá doba zdržení v potrubí, způsobí zahnívání odpadní vody
- **zápachy na ČOV** – díky horší jakosti odpadních vod budou spojené náklady na vybavení ČOV uhlíkovými filtry
- **náročnější připojení nových objektů** – každý nový objekt si bude muset vybudovat domovní čerpací stanici



Obr. 3.16. Schématické znázornění tlakové Stoky “V” v oblasti “U chat” [7]



Obr. 3.17. Schematické znázornění Stoky “V” v místě “Před zámek” [7]



Obr. 3.18 Schématické znázornění trasy Stoky “V” vedoucí ke statku [7]



Obr. 3.19. Schématické znázornění počátečního úseku výtlaku ve Variantě IV [7]

3.5. Materiál kanalizačního potrubí

Ve všech výše zmíněných variantách, kde je navržen gravitační stokový systém odvádění splaškových odpadních vod, uvažují s potrubím z polypropylenu (PP). Roury a tvarovky vyrobené z PP oranžové barvy jsou nabízeny na trhu v průměrech od 100 mm do 500 mm. Roury jsou dostupné ve třech pevnostních třídách dle účelu použití. Systém rovněž zahrnuje rozsáhlý program čistících a revizních šachet z polyethylenu a polypropylénu včetně různých doplňků. Toto potrubí je určeno pro ležaté, v zemi uložené vedení odpadních vod. Může být použito uvnitř i vně budov jak ve smíšeném, tak v odděleném provedení. Nemůže být použito pro kanalizaci, kde je stálá teplota vyšší než 60 °C.

Ve variantách s tlakovým systémem tedy i ve variantách s kombinovaným systémem bude pro tlakové stoky použito potrubí z vysokohustotního lineárního polyethylenu (PE-HD). Toto potrubí je nabízeno v rozměrech SDR 25/3 – 630/57,2 v tlakové třídě PN 10. PE trubky jsou dodávány v délce 6 nebo 12 metrů dle sortimentu, do průměru 110 mm včetně jsou nabízeny také v návinech o délce 100 m. Pro kanalizační systémy jsou trubky označeny dvěma hnědými pruhy. [15]

3.6. Uložení kanalizačního potrubí

V příloze č. 6. jsou znázorněny rozdíly mezi tlakovým a gravitačním systémem týkající se uložení potrubí ve volném terénu nebo v komunikaci.

Dno výkopu musí být upravené tak, aby z něho nevyčnívaly kameny nebo ostrohranné skalní výstupky a musí být zcela rovné a pevné. Zemina ve dně nesmí být znehodnocena povětrnostními vlivy, zmrzlá nebo rozbahněná.

Lože pod potrubí je navrženo v minimální tloušťce 150 mm ze zhutněné pískové nebo štěrkopískové zeminy. V případě výskytu podzemní vody musí být provedeno štěrkové odvodňovací lože s drenáží, po dobu stavby bude v nejnižším místě zajištěno průběžné čerpání.

Obsyp potrubí je v návrhu uvažován pískem, štěrkopískem, nebo vhodnou nesoudržnou zeminou s velikostí zrn maximálně 8 mm. Obsyp se provádí rovnoměrně s postupným hutněním po stranách potrubí až do výšky 300 mm nad vrchol roury a to nejvýše po vrstvách 150 mm mocných. Hutnění se provádí ručně nebo lehkými dusadly. Při provádění obsypu se nad vrcholem potrubí uloží identifikační vodič, který bude vždy propojen na kovové části stokového systému.

Zásyp potrubí se provádí vytěženou zeminou z výkopku a hutní se po vrstvách maximálně 300 mm. Těžké zhutňovací stroje je možno použít až od minimálního krytí potrubí 1000 mm. Pokud se potrubí nachází pod komunikací, musí zásypový materiál splňovat zhutnění a pevnost pláně pod konstrukcí vozovky.

3.7. Objekty na stokové síti

3.7.1. Šachty

Šachty se vyskytují především ve variantách s gravitačními stokami. Šachty jsou osazovány po maximální vzdálenosti 50 m. Dále jsou šachty osazovány v každé změně směru nebo sklonu potrubí a při napojování a rozdělování tras stok. Při uložení v komunikaci je navrženo převýšení poklopu nad upraveným terénem 0 mm s přípustnou odchylkou ± 5 mm. Mimo komunikaci v intravilánu je to 100 mm a v extravilánu 500 mm.

V řešené studii jsou navrženy betonové kanalizační šachty tvořené šachtovými díly umožňující přístup k systémům stokových sítí a kanalizačních přípojek, které jsou určeny pro gravitační odvádění odpadních vod. Šachty slouží především k údržbě, čištění a kontrole zavzdušnění či odvětrání. Šachty jsou složeny z prefabrikovaných dílců. [19]

3.7.2. Čerpací stanice

V řešených variantách jsou navrhovány tři různé čerpací stanice. Ve Variantě II navrhuji jednu čerpací stanici pro malý počet připojených nemovitostí s krátkým výtlakem. Čerpací stanice bude vybavena standardním kalovým odstředivým čerpadlem.

U třetí varianty je vzhledem k dlouhému výtlaku a nebezpečí zahnívání vody v potrubí navržen pneumatický systém Gulliver. Princip tohoto systému spočívá ve shromažďování odpadních vod v předšachtě, ze které je odpadní voda samospádem přiváděna do tlakové nádoby a prostřednictvím stlačeného vzduchu z kompresorů bez nebezpečí uspávání odváděna. S každým tlakovým cyklem je do proudu odváděné odpadní vody vháněn vzduch, který brání vzniku anaerobních podmínek v potrubí.

Při návrhu čtvrté varianty s tlakovým systémem jsou navrženy domovní čerpací stanice sloužící k zachycení a akumulaci splaškových vod z jednotlivých objektů (rodinných domů) v obci. Instalované čerpadlo zajistí při dosažení zvoleného naplnění akumulace přečerpání zachycených splaškových přes vnější tlakové sběrné potrubí do ČOV. Provozní stavy čerpací stanice budou signalizovány na skříňce řídicí jednotky stanice. Domovní čerpací stanice (dále DČS) na stoce bude vystrojena jedním ponorným kalovým čerpadlem. Čerpadlo bude osazeno na spouštěcím zařízení s možností vyjímání za provozu bez vyčerpávání nádrže.

Čerpadla DČS budou napojena z domovního rozvodu elektroinstalace samostatným jištěným přívodem. Elektromotory budou v třífázovém provedení. Poblíž čerpací stanice bude osazena ovládací skříňka souboru. Do této skříňky bude přiveden přívod elektrické energie z domovního rozvaděče. Do řídicí jednotky budou přivedeny (v chrániče) hadičky tlakových hladinových snímačů z nádrže DČS. Chráničkou bude rovněž veden silový kabel k čerpadlu v nádrži. Řízení provozu domovní čerpací stanice je nezávislé, lokální a to pouze v závislosti na obsahu nádrže DČS. Na skříňce ovládání budou rovněž umístěny přístupné domovní ovladače a signalizace provozních stavů a poruch.

4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

V této kapitole jsou naznačeny vztahy pro výpočet množství odpadních vod, návrhu dimenze potrubí a posouzení dimenze potrubí na návrhový průtok splaškových vod.

4.1. Výpočet množství splaškových vod od obyvatelstva

Pro místní část Jemčina kde žije 40 obyvatel je stanovena specifická produkce splaškových vod $q_{spec} = 100 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ [18]

4.1.1. Průměrný denní průtok splaškových vod $Q_{24,m}$

$$Q_{24,m} = PO \cdot q_{spec} \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4.1.) [16]$$

$$Q_{24,m} = 0,046 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

kde

PO počet obyvatel

q_{spec} specifická produkce splaškových vod [$\text{l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$]

4.1.2. Maximální hodinový průtok splaškových vod $Q_{h,m}$

$$Q_{h,m} = \frac{Q_{24,m}}{24} \cdot k_h \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4.2.) [16]$$

$$Q_{h,m} = 0,32 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

kde

k_h ... součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti dle tabulky č. 4.1.

4.1.3. Minimální hodinový průtok splaškových vod $Q_{min,m}$

$$Q_{min,m} = \frac{Q_{24,m}}{24} \cdot k_{min} \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4.3.) [16]$$

$$Q_{min,m} = 0,001 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

kde

k_{min} ... součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti dle tabulky č. 4.1.

Tabulka 4.1. Součinitel maximální a minimální hodinové nerovnoměrnosti [16]

Počet připojených obyvatel	30	40	50	75	100	300	400	500
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti	7.2	6.9	6.7	6.3	5.9	4.4	3.5	2.6
Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2. Výpočet množství odpadních vod od občanské vybavenosti

V obci jsou dvě ubytovací zařízení s maximální kapacitou 80 hostů. Zařízení jsou podobného charakteru a je pro ně stanovena jednotná hodnota specifické produkce odpadních vod $q_{spec.} = 84 \text{ l} \cdot \text{host}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ [18]

4.2.1. Průměrný denní průtok splaškových vod $Q_{24,ov}$

$$Q_{24,ov} = PH \cdot q_{spec} \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4.4.) [16]$$

$$Q_{24,ov} = 0,078 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

kde

PH...počet hostů

q_{spec} ...specifická produkce splaškových vod $[\text{l} \cdot \text{host}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]$

4.2.2. Maximální hodinový průtok splaškových vod $Q_{h,ov}$

$$Q_{h,ov} = \frac{Q_{24,ov}}{24} \cdot k_h \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4.5.) [16]$$

$$Q_{h,ov} = 0,49 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

kde

k_h ... součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti dle tabulky č. 4.1.

4.2.3. Minimální hodinový průtok splaškových vod $Q_{min,ov}$

$$Q_{min,ov} = \frac{Q_{24,ov}}{24} \cdot k_{min} \quad [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4.6.) [16]$$

$$Q_{min,ov} = 0,001 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

kde

k_{min} ... součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti dle tabulky č. 4.1.

4.3. Průměrný průtok balastních vod Q_B

Balastní vody jsou uvažovány s přihlédnutím na skutečnost, že se jedná o výstavbu nové stokové sítě na 5 % ze součtu průměrných denních průtoků.

$$Q_B = 5\% \cdot (Q_{24,m} + Q_{24,ov}) \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.7.)$$

$$Q_B = 0,006 l \cdot s^{-1} \quad (4.8.)$$

U balastních vod musíme počítat s tím, že variantní řešení s tlakovým stokovým systémem je hodnota $Q_B = 0,00 l \cdot s^{-1}$.

4.4. Maximální průtok splaškových vod Q_{MAX}

$$Q_{MAX} = \max ([Q_B + Q_{24,m} + Q_{24,ov}]; [Q_B + Q_{h,m} + Q_{h,ov}]) \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.9.) [16]$$

$$Q_{MAX} = \max (0,13; 0,816) [l \cdot s^{-1}]$$

$$Q_{MAX} = 0,816 l \cdot s^{-1}$$

4.5. Návrhový průtok

Pro oddílnou stokovou soustavu je použito následujícího vztahu pro výpočet návrhového průtoku v šachtě nacházející se v objektu ČOV.

$$Q_N = 2 \cdot Q_{MAX} [l \cdot s^{-1}] \quad (4.10.) [16]$$

$$Q_N = 1,632 l \cdot s^{-1}$$

4.6. Návrh dimenze potrubí

Pro výpočet průtoku v kruhovém profilu jsou použity tyto vztahy:

$$A = \frac{D^2}{2} \cdot (\varphi - \sin\varphi) \quad (4.11.)$$

$$\frac{D}{2} > h \quad \varphi = 2 \cdot \arccos\left(\frac{\frac{D}{2} - h}{\frac{D}{2}}\right) \quad (4.12.)$$

$$\frac{D}{2} < h \quad \varphi = 2 \cdot \pi - 2 \cdot \arccos\left(\frac{\frac{D}{2} - h}{\frac{D}{2}}\right) \quad (4.13.)$$

$$O = \varphi \cdot \frac{D}{2} \quad (4.14.)$$

$$R = \frac{A}{O} \quad (4.15.)$$

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}} \quad (4.16.) [21]$$

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad (4.17.) [21]$$

$$Q = v \cdot A \quad (4.18.) [21]$$

kde

A ... průřezová plocha [m²]

D ... průměr potrubí [m]

φ ... úhel mezi středem a hladinou [rad]

O ... omočený obvod [m]

R ... hydraulický poloměr [m]

C ... rychlostní součinitel dle Manninga [m^{0,5}·s⁻¹]

n ... součinitel drsnosti potrubí dle Manninga [-]

v ... průřezová rychlost [m·s⁻¹]

I ... sklon potrubí [-]

Q ... průtok vody [m³·s⁻¹]

4.7. Posouzení dimenze potrubí

Navržený profil potrubí musí vyhovět všem níže zmíněným podmínkám.

4.7.1. Kapacitní průtok

$$Q_{kap} > Q_N \quad (4.19.) [16]$$

kde

Q_{kap} ... průtok při kapacitním plnění [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

Q_N ... návrhový průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

4.7.2. Kapacitní rychlost

$$v_{kap} > v_{max} \quad (4.20.) [16]$$

kde

$v_{max} = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (v odůvodněných případech až $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

v_{kap} ... rychlost proudění při kapacitním plnění [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

v_{max} ... maximální přípustná rychlost proudění [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

4.7.3. Zanášení potrubí

$$U > U_{min} \quad (4.21.) [16]$$

$$U = \rho \cdot R \cdot g \cdot I \quad (4.22.) [16]$$

kde

$$\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$U_{min} = 3 \text{ Pa (pro plastová potrubí)}$$

U ... unášecí síla – tečné napětí [Pa]

U_{min} ... minimální unášecí síla – tečné napětí [Pa]

ρ ... hustota vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

g ... tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

5. POSOUZENÍ INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ JEDNOTLIVÝCH VARIANT

V rámci studie je vypracován hrubý odhad investičních nákladů pro jednotlivé varianty. Jako podklad jsem použil materiál Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury, vydaný ministerstvem pro místní rozvoj.[22] Z tohoto materiálu jsou vypracovány a následně vyhodnoceny výsledky popsané v kapitolách 4.1. až 4.4.

Ceny v následujících tabulkách 4.1 až 4.4. jsou uvedeny bez DPH. V ceně uložení potrubí jsou započítány náklady na vlastní trubiční vedení, výkopové práce, hutnění, odstranění obnovení krytu vozovky v tl. 550 mm. Dále je započten také podíl na revizní kanalizační šachtu a to na každých 50 m potrubí jedna šachta. Cena protlaku pod komunikací zahrnuje vodorovné přemístění zeminy z chráničky, svislé přemístění a přehození zeminy na povrchu, úpravy čela potrubí, dodání protlačované chráničky, nasunutí potrubí do chráničky, středících prvků a utěsnění chráničky.

5.1. Investiční náklady Varianty I – Gravitační systém s vlastní ČOV

V této variantě je navrženo celkem 1113,60 m gravitačních stok, které se pohybují v hloubce uložení od 2,1 m do 4,8 m. Trasy stok vedou z velké části v nezpevněném povrchu.

Tabulka 5.1. Investiční náklady Varianty I

Č	Položka	množství	MJ	Cena [Kč]/MJ	Celková cena [Kč]
Uložení trubičního vedení					
01	DN 300 PVC, v komunikaci do 3.00 m	134.46	bm	12 500.00	1 680 750.00
02	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 3.00 m	394.98	bm	7 700.00	3 041 346.00
03	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 3.50 m	175.37	bm	8 470.00	1 485 383.90
04	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 4.00 m	98.25	bm	9 317.00	915 395.25
05	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 4.50 m	118.78	bm	10 248.70	1 217 340.59
06	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 5.00 m	124.36	bm	11 273.57	1 401 981.17
07	protlak pod komunikací, chránička DN 400	67.40	bm	12 750.00	899 002.50
Strojní vybavení					
09	balená čistírna odpadních vod 100-125 EO	1	ks	536 200.00	536 200.00

Celková cena varianty:

11 177 399.40 Kč

I přes využití vhodného sklonu terénu, se při návrhu tras stokového systému této varianty dostáváme do značných hloubek a to především při podchodu potoka a komunikace. To se odrazilo v celkové ceně Varianty I – Gravitační systém s vlastní ČOV. Použitím balené ČOV jsme sice ušetřili velký objem finančních prostředků. V tabulce ovšem nejsou zahrnuty investiční náklady na ochranu před povodněmi, které bude znamenat mírné navýšení celkové ceny varianty.

5.2. Investiční náklady Varianta II – Kombinovaný systém s vlastní ČOV

V této variantě je navrženo celkem 930,6 m gravitačních stok a 60,29 m tlakového řadu, které se pohybují v hloubce uložení od 2,1 m do 6,0 m. Trasy stok vedou z velké části v nezpevněném povrchu.

Tabulka 5.2. Investiční náklady Varianta II

Č	Položka	množství	MJ	Cena [Kč]/MJ	Celková cena [Kč]
Uložení trubního vedení					
01	DN 300 PVC, v komunikaci do 3.0 m	65.24	bm	12 500.00	815 500.00
02	DN 300 PVC, v komunikaci do 5.5 m	26.8	bm	20 131.38	539 520.85
02	DN 300 PVC, v komunikaci do 6.0 m	24	bm	22 144.51	531 468.30
03	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 3.00 m	197.56	bm	7 700.00	1 521 212.00
04	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 3.50 m	211.07	bm	8 470.00	1 787 762.90
05	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 4.00 m	128.7	bm	9 317.00	1 199 097.90
06	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 4.50 m	30.56	bm	10 248.70	313 200.27
07	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 5.5 m	124.36	bm	12 400.93	1 542 179.28
08	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 6.00 m	102.51	bm	13 641.02	1 398 340.93
09	protlak pod kom. chránička DN 400	32.51	bm	12 750.00	414 502.50
10	tlakové potrubí DN 80 PE-HD	60.29	bm	2 700.00	167 589.00
Strojní vybavení					
11	balená čistírna odpadních vod 100-125 EO	1	ks	536 200.00	536 200.00
12	čerpací jímka	1	ks	50 000.00	50 000.00

Celková cena varianty:

10 816 573,93 Kč

Cena se zásadně neliší od sumy investičních nákladů varianty předešlé, která počítá s odkanalizováním č. p. 6. Tato skutečnost Variantu II – Kombinovaný systém s vlastní ČOV mírně zvýhodňuje. I přes malé snížení nákladů musíme brát v potaz hloubku uložení potrubí v oblasti “U statku“, kde se pro dodržení spádu dostáváme k uložení potrubí v hloubce 6,0 m. Cena za výkopové práce v těchto hloubkách je v tomto případě rozhodující.

5.3. Investiční náklady Varianta III – Gravitační systém s čerpáním na ČOV Hatín

Ve Variantě III je 883,34 m gravitačních stok 4156 m výtlačného řadu na ČOV Hatín. Gravitační stoky se pohybují v hloubce uložení od 2,1 m do 4,4 m. Uložení výtlačného řadu je konstantní hloubce, která se pohybuje okolo 1,5 m. Trasy navržených stok vedou z velké části v nezpevněném povrchu.

Tabulka 5.3. Investiční náklady Varianta III

Č	Položka	množství	MJ	Cena [Kč]/MJ	Celková cena [Kč]
Uložení trubního vedení					
01	DN 300 PVC, v komunikaci do 3.0m	46.88	bm	20 131.38	943 758.86
02	DN 300 PVC, v komunikaci do 3.5 m	87.58	bm	22 144.51	1 939 416.40
03	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 3.00m	152.09	bm	7 700.00	1 171 093.00
04	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 3.50m	310.59	bm	8 470.00	2 630 697.30
05	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 4.00m	184.59	bm	9 317.00	1 719 825.03
06	DN 300 PVC, v nezp. terénu do 4.50m	30.24	bm	10 248.70	309 920.69
07	protlak pod komunikací, chránička DN 400	85.26	bm	12 750.00	1 087 065.00
08	tlakové potrubí DN 80 PE-HD	4156	bm	2 700.00	11 221 200.00
Strojní vybavení					
09	čerpací jímka	1	ks	900 000.00	900 000.00

Celková cena varianty:

21 922 976.28 Kč

Jak je uvedeno v tabulce výše náklady na tuto variantu jsou o cca o 10 mil. korun vyšší oproti předešlým navrhovaným řešením. Důvodem astronomické částky je především 4 km dlouhý výtlačku. Zde se projevuje i volba balené čistírny odpadních vod, která v investičních nákladech vychází na necelých 5 % z ceny samotného výtlačku. Dále bychom měli započítat čerpací stanici, která pro tento typ dopravy vyjde na další necelý milion korun. V konečném součtu je tato varianta z hlediska investičních nákladů nerealizovatelná, což může být překvapující, jelikož nenavrhujeme ČOV. Možné snížení rozdílu investičních nákladu by mohla přinést volba jiné než balené ČOV. Výtlač je opravdu velice dlouhý a to návrh takového řešení pro Variantu III – gravitační systém s čerpáním na ČOV Hatín činí nevhodný. Cílem ovšem bylo navrhnout technicky proveditelné řešení, tuto podmínku jsem splnil je však nutné uvažovat právě s výše zmíněnými investičními náklady.

5.4. Investiční náklady Varianta IV – Tlakový systém s vlastní ČOV

Ve Variantě IV 1050,11 m tlakových stok, které se pohybují v hloubce uložení do 3,0 m. Trasy navržených stok vedou z velké části v nezpevněném povrchu.

Tabulka 5.4. Investiční náklady Varianta IV

Č	Položka	množství	MJ	Cena [Kč]/MJ	Celková cena [Kč]
Uložení trubního vedení					
01	DN 80 PE-HD v komunikaci do 3.0m	120.94	bm	8 604.00	1 040 567.76
02	DN 80 PE-HD, ve volném terénu do 3.0m	1019.95	bm	5 300.00	4 591 337.00
03	protlak pod komunikací, chránička DN 400	62.88	bm	12 750.00	801 720.00
Strojní vybavení					
04	domovní čerpací stanice	16	ks	35 000.00	560 000.00
05	balená čistírna odpadních vod 100-125 EO	1	ks	536 200.00	536 200.00

Celková cena varianty:

6 993 624.76 Kč

Poslední variantní řešení tlakového stokového systému vychází z investičních nákladů nejvýhodněji a to především pro značnou úsporu při nákladech na zemní výkopové práce. Nejen z hlediska hloubky uložení, ale také díky šířce rýhy, která bez pochyby má velký vliv na celkovou cenu variantního řešení. I přes nutnost domovních čerpacích stanic je cena této varianty nejnižší ze všech navrhovaných variantních řešení.

V rámci této kapitoly je na základě cen jednotlivých variant vybrána Varianta IV – Tlakový systém s vlastní ČOV. Dále jsem z tohoto závěrečného hodnocení vynechal variantu s čerpáním na ČOV Hatín, jelikož nebyla shledána jako proveditelná s ohledem na vysoké investiční náklady a na počet připojených obyvatel.

Proč bylo jako rozhodující kritérium použito právě hledisko investičních nákladů? Odpověď je snadná a je podložena neoddiskutovatelnými skutečnostmi. Rozdíl mezi zbývajících navrhovaných variantami činí 4 173 775 Kč. Tento rozdíl v investičních nákladech je natolik značný, že po uvažovanou dobu životnosti celého systému cca třiceti let nebude překročena. To platí, předpokládáme-li správné provedení stokového systému a dodržování určité kázně připojených obyvatel při vypouštění odpadní vody do čerpacích jímek. Problematika nákladů spojených s provozem stokového systému je sepsána v navazující kapitole Posouzení provozních nákladů jednotlivých stokových systémů. Kde jsou konkrétněji rozepsány náklady spojených s provozováním stokového systému.

6. POSOUZENÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ JEDNOTLIVÝCH VARIANT

Nejlepší varianta byla posouzena s ohledem na investiční náklady stokových systémů, ale v žádném případě bychom neměli zapomenout na náklady spojené s provozem jednotlivých stokových systémů. Tyto náklady se mohou zdát jako zanedbatelné v době výstavby, ale vzhledem k relativně dlouhé době, na kterou stokový systém navrhujeme, musíme je zohlednit při posouzení nákladů. V tabulce 6.1. jsou stanovené ceny hrubým odborným odhadem, který jsme společně s vedoucím práce vytvořili v rámci konzultace. Nejde o přesné vyčíslení provozních nákladů, ale pro uvědomění si problematiky spojené s provozováním jednotlivých systému v navržených variantách je to postačující. Cena za energii není stanovena, jelikož je složité, bez osazení objektu čistírny konkrétním strojním vybavením vyčíslit provozní náklady na spotřebu elektrické energie.

Tabulka 6.1. Provozní náklady stokových systémů

Náklady	Systém	
	Gravitační	Tlakový
ČOV	obsluha úvazek 0.1 tj. cca 4hod · týden ⁻¹ cca 16 000 Kč · rok ⁻¹	obsluha úvazek 0.1 tj. cca 4hod · týden ⁻¹ cca 16 000 Kč · rok ⁻¹
Elektrická energie	provoz čerpadel na ČOV (čerpání OV)	provoz větších dmychadel na ČOV čerpání OV v domovních jímkách
Opravy	opravy na ČOV cca 10 000 Kč · rok ⁻¹	opravy na ČOV cca 10 000 Kč · rok ⁻¹ čerpadla na stokové síti cca 10 000 Kč · rok ⁻¹

V námi řešeném případě, je rozdíl cen investičních nákladů natolik markantní, že i po propočítání provozních nákladů bude Varianta IV- Tlakový systém s vlastní ČOV s největší pravděpodobností nejvýhodnější. Ale v případě provozních nákladů na nejlepší námi vybraný systém odvádění odpadních vod jsou ve hře i velké nejistoty. Ty vznikají neschopností odhadnout například způsob, jakým se uživatelé budou řídit provozním řádem stokového systému a tím ovlivňovat životnost čerpadel osazených v domovních čerpacích jímkách. Dále, jak bylo zmíněno, je velice komplikované odhadnout spotřebu elektrické energie na ČOV, ta se bude odvíjet až od konkrétních podmínek vzniklých při provozování stokového systému jako je jakost odpadní vody ovlivňující potřebu kyslíku při čištění odpadní vody.

7. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vypracovat studii odkanalizování obce Jemčina. Práce zpracovává návrh variantních řešení a jejich následné zhodnocení z těchto hledisek:

- Technického řešení
- Investičních nákladů
- Provozních nákladů

V rámci variantního řešení byly navrženy čtyři varianty stokového systému pro odvádění splaškový odpadních vod ze zájmové lokality. Pro každou variantu byla zpracována přehledná situace stokového systému. Následně vyčíslené investiční náklady jednotlivých variant pomohli s výběrem optimálního řešení stokového systému. Schématické znázornění stok je vyznačené na vložené fotodokumentaci pořízené při terénním šetření zájmové lokality.

Nejvýhodnější navrhovaná varianta byla vybrána s přihlédnutím především na hledisko nejnižších investičních nákladů. Pro výběr nejlepšího variantní řešení byla též zohledněna vysoká hladina podzemní vody, která se v lokalitě nachází cca 2,5 m pod terénem. Z tohoto důvodu by měla vybraná varianta být zabezpečena z hlediska vnikání balastních vod do stokového systému v průběhu jeho životnosti.

Námi zvolené měřítko pro srovnávání jednotlivých variantních řešení a vybrání nejvýhodnější splňuje Varianta IV – Tlakový systém s vlastní ČOV. Varianta zpracovává tlakový systém odvádění odpadních vod. Vybrané variantní řešení je zpracováno podrobněji (přílohy č.4.1. až 4.3., č.5. a č.6.), ve kterých jsou zpracovány přehledné podélné profily společně s výkresy některých objektů na stokové síti.

Pro představu nákladů spojených s provozováním různých stokových systémů byla zjednodušeně v rámci jedné kapitoly zpracována tabulka provozních nákladů (tabulka 6.1.). Kapitola byla zařazena především kvůli uvědomění si nákladů spojených s provozováním systému. Tyto náklady by neměly být v žádném případě přehlíženy u důvodu dlouhé životnosti systému.

Z mého pohledu tato práce úspěšně řeší problematiku variantního řešení odkanalizování místní části Jemčina. Její závěry byly prezentovány zástupcům obce Hatín, kteří nad vybudováním stokového systému v místní části uvažují již delší dobu. Z důvodu stále se snižujícího počtu trvale žijících obyvatel v obci Jemčina je ovšem ve hře ještě změna územního plánu, ve které je navrhováno vybudování několika malých domovních čistíren odpadních vod.

8. POUŽITÁ LITERATURA

8.1. Zdroje z internetu

- [1] *Obec Hatín: Historie*. [online]. [cit. 2016-05-12].
Dostupné z: <http://www.hatin.cz/jemcina>
- [3] *Česká geologická služba: Geologická mapa 1:50 000* [online].
[cit. 2016- 05- 12].Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_50/
- [4] *Třeboňská pánev – Wikipedie*. [online]. [cit. 2016-05-12].
Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Trebonska_panev
- [5] *Česká geologická služba: Vrtná prozkoumanost*. [online]. [cit. 2016-05-12].
Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/GISViewer/?mapProjectId=4>
- [6] *Geoportál ČÚZK: Základní mapy ČR*. [online]. [cit. 2016-05-12].
Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [9] *Český statistický úřad: Statistický lexikon obcí - 2013*. [online]. [cit. 2016-05-12].
Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/4116-13-n_2013-05
- [10] *Regionální informační servis: Obec Hatín* [online]. [cit. 2016-05-12].
Dostupné z: <http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/detail?zuj=546291&zsj=037524#zsj>
- [11] *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací: Obce Hatín*. [online]. [cit. 2016-05-12].
Dostupné z: http://www.kraj-jihocesky.cz/1230/plan_rozvoje_vodovodu_a_kanalizaci_na_uzemi_jihoceskeho_kraje.htm

8.2. Knižní publikace

- [2] DEMEK, Jaromír; MACKOVČIN, Peter. *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. Brno : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2006. 582 s. ISBN 80-86064-99-9.
- [8] QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 1971, 73 s.
- [14] HLAVÍNEK, P.; MIČÍN, J.; PRAX, P.; MIFEK, R.; HLUŠTÍK, P. *Stokování a čištění odpadních vod*. Stokování a čištění odpadních vod. 1. Brno: VUT v Brně, FAST, 2006. s. 1-274.
- [21] JANDORA, J.; ŠULC, J. *Hydraulika..* Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Institut of Water Structures: FAST VUT v Brně, 2006. s. 1-178.

8.3. Články, brožury

[15] PIPELIFE Czech s.r.o. *Technický manuál: Tlakové potrubí z PE*. 2014.

Dostupné z: <http://www.pipelife.cz/cz/>

[20] PREFA BRNO: *Produktový katalog: Kruhové šachty* [online]. [cit. 2016-05-12].

Dostupné z: <http://prefa.cz/produkty/kanalizace-pro-odborniky/sachty/sachty-kruhove>

[22] VLK, Josef a Hana ŠIMKOVÁ. *PRŮMĚRNÉ CENY DOPRAVNÍ A TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY: Aktualizace 2015* [online]. Brno, 2016, , 144 [cit. 2016-05-23].

Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/prumerne-ceny-TI/03-kanalizace-ceny-ti-2015x.pdf>

8.4. Normy, předpisy

[16] ČSN 75 6101 *Stokové sítě a kanalizační přípojky*; Český normalizační institut, Praha, 4/2012.

[17] ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In *Sbírka zákonů ČR, ročník 2001, částka 98*. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>> [cit. 2016-05-12]. ISSN 1211-1244

[18] ČESKO. Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In *Sbírka zákonů ČR, ročník 2001, částka 104*. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>> [cit. 2016-05-12]. ISSN 1211-1244

[19] ČESKO. Vyhláška č. 428/2001 Sb., Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In *Sbírka zákonů ČR, ročník 2001, částka 161*. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-428>> [cit. 2016-05-12]. ISSN 1211-1244

8.3. Zdroje obrázků

[12] Mapy.cz: Lokalita Jemčina [online]. [cit. 2016-05-12].

Dostupné z: <https://mapy.cz>

[7] Foto: Karel Voldán

8.4. Ostatní zdroje

Polohopisný a výškopisný mapový podklad

Katastrální mapový podklad

Podklad trasy vodovodu

Podklad trasy elektrického vedení

Podklad trasy sdělovacího vedení

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A ZNAKŮ

%	procento
‰	promile
°	jednotka úhlu - stupeň
°C	C jednotka teploty – stupeň celsia
d	vnější průměr plastového potrubí
DN	jmenovitý vnitřní průměr potrubí [mm]
cm	jednotka délky - centimetr
km	jednotka délky - kilometr
km ²	jednotka plochy – kilometr čtvereční
mm	jednotka délky – milimetr
m	jednotka délky - metr
m ³	jednotka objemu – metr krychlový
m n. m.	metr nad mořem
a.s.	akciová společnost
cca	přibližně
ČOV	čistírna odpadních vod
č. p.	číslo popisné
ČSN	označení pro českou technickou normu
dl.	délka
e. č.	evidenční číslo
PO	počet obyvatel
C	rychlostní součinitel dle Chezyho [$m^{0.5} \cdot s^{-1}$]
D	průměr potrubí [m]
g	tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]
h	výška plnění [m]
k _d	součinitel denní nerovnoměrnosti
k _{h,max}	součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti
k _{h,min}	součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti
n	součinitel drsnosti potrubí dle Manninga [-]
O	omočený obvod [m]
q _{spec}	specifická produkce odpadních vod [$l \cdot os^{-1} \cdot den^{-1}$]
Q	průtok vody [$m^3 \cdot s^{-1}$]
Q _B	průměrný průtok balastních vod
Q _{h,max}	maximální hodinový průtok splaškových vod
Q _{h,min}	minimální hodinový průtok splaškových vod
Q _{kap}	kapacitní průtok
Q _{MAX}	maximální bezdeštný průtok splaškových vod
Q _N	návrhový průtok
Q _{24,m}	průměrný denní průtok splaškových vod
R	hydraulický poloměr [m]
S	průřezová plocha [m ²]
U	tečné napětí [Pa]
U _{min}	minimální tečné napětí [Pa]
v	průřezová rychlost [$m \cdot s^{-1}$]
V _{kap}	kapacitní rychlost
V _{max}	maximální přípustná rychlost

v_N	návrhová rychlost [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
φ	úhel mezi středem a hladinou [rad]
ρ	hustota vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^3$]
Kč	koruna česká
DČJ	domovní čerpací jímka

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1. Mapa zájmové lokality [12]	11
Obr. 2.2. Třeboňská pánev [4].....	12
Obr. 2.3. Umístění hydrogeologických vrtů [5]	13
Obr. 2.4. Mapa vodních útvarů [6]	13
Obr. 2.5. Pohled na Jemčinský rybník [7]	14
Obr. 2.6. Pohled na Jemčinský potok [7]	14
Obr. 3.1. Schématické znázornění Stoky A ve Variantě I [7]	19
Obr. 3.2. Schématické znázornění napojení Stoky AA do Stoky A ve Variantě I [7]	20
Obr. 3.3. Schématické znázornění stoky AA ve Variantě I [7]	20
Obr. 3.4. Schématické znázornění podchodu Stoky A pod potokem [7]	21
Obr. 3.5. Schématické znázornění Stoky “A“ lokalita U chat ve Variantě I [7]	21
Obr. 3.6. Schématické znázornění čerpací jímky na stoce B [7]	24
Obr. 3.7. Schématické znázornění Stoky AA ve Variantě II [7]	24
Obr. 3.8. Schématické znázornění Stoky “A“ pod komunikací Před zámkem [7].....	25
Obr. 3.9. Pozemek pro navrhovanou ČOV ve Variantě II [7].....	25
Obr. 3.10. Schématické znázornění Stoky A ve Variantě III [7].....	28
Obr. 3.11. Schématické umístění čerpací stanice ve Variantě III [7].....	28
Obr. 3.12. Schématické znázornění výtlaku na ČOV Hatín [7]	29
Obr. 3.13. Schématické znázornění výtlaku na ČOV Hatín [7]	29
Obr. 3.14. Schématické znázornění výtlaku na ČOV Hatín [7]	30
Obr. 3.15. Schématické znázornění přivedení výtlaku na ČOV Hatín [7]	30
Obr. 3.16. Schématické znázornění tlakové Stoky “V“ v oblasti “U chat“ [7]	33
Obr. 3.17. Schematické znázornění Stoky “V“ v místě Před zámkem [7]	33
Obr. 3.18. Schématické znázornění trasy stoky V vedoucí ke statku [7]	34
Obr. 3.19. Schématické znázornění počátečního úseku výtlaku ve Variantě IV [7]	34

SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.1. Charakteristika klimatické oblasti [8]	15
Tabulka 2.2. Vývoj počtu obyvatel [10].....	15
Tabulka 3.1. Základní údaje Varianta I	18
Tabulka 3.2. Základní údaje Varianta II.....	22
Tabulka 3.3. Základní údaje Varianta III	26
Tabulka 3.4. Základní údaje Varianta IV	31
Tabulka 4.1. Součinitel maximální a minimální hodinové nerovnoměrnosti [16].....	37
Tabulka 5.1. Investiční náklady Varianta I.....	42
Tabulka 5.2. Investiční náklady Varianta II	43
Tabulka 5.3. Investiční náklady Varianta III	44
Tabulka 5.4. Investiční náklady Varianta IV.....	45
Tabulka 6.1. Provozní náklady stokových systémů	46

SUMMARY

The aim of this thesis was to elaborate a study of sewer system Jemčina. The thesis has been elaborated as a proposal of various solutions that have been assessed from following aspects:

- Technical solution
- Capital expenditure
- Operating cost

Four variants of sewer system have been designed within the various solution of draining waste water from a locality of interest. A situation of sewer system has been elaborated for each version. Then, capital expenditure has been calculated for particular variants. A schematic visualization of sewer is highlighted in attached photo-documentation, which has been taken during a terrain research.

The best variant has been chosen according to the lowest capital expenditure. Then, the chosen various solution has been processed in more detail. Uncluttered longitudinal profile has been elaborated with a draft of sewer system objects.

Due to high level of ground water which can be found approximately 2,5 m below the ground level, variant number 4 has been chosen using pressure sewer system. This variant was absolutely the most favorable. It is also favorable for its minimum threat of infiltrated water income within the lifetime of the system.

Within the work on this study a table of operating cost has been elaborated for a better understanding of operating cost of different sewer systems.(6.1) The chapter has been included mainly due to a better understanding of operating cost. This expenditure cannot be disregarded due to a long system lifetime.

In my point of view, this thesis successfully solves an issue of variant solution of sewer system Jemčina. Conclusions have been presented to representatives of village Hatin who have been considering building sewer system for a long time already. By reason of constant decrease in population in Jemčina village a change of territorial plan play a great role there. Building several home sewage disposal plants is designed in this plan.

SEZNAM PŘÍLOH

1. Situace širších vztahů
2. Situace vlastníků pozemků 1:2000
- 3.1 Přehledná situace Varianta I 1:2000
- 3.2 Přehledná situace Varianta II 1:2000
- 3.3 Přehledná situace Varianta III 1:2000
- 3.4 Přehledná situace Varianta IV 1:2000
- 4.1 Přehledný podélný profil Stoky V 1:2000/1:100
- 4.2 Přehledný podélný profil Stoky VA 1:2000/1:100
- 4.3 Přehledný podélný profil Stoky VB 1:2000/1:100
5. Výkres domovní čerpací stanice 1:50
6. Výkres vzorového uložení potrubí 1:50